



信息战名著翻译丛书

总策划：戴清民
主 编：吴汉平

电子战建模与仿真导论

Introduction to Electronic Warfare Modeling and Simulation

[美] David L. Adamy 著

吴汉平等译

邵国培 王汝群 等审



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

总策划：戴清民

主 编：吴汉平

书名题字：戴清民

信息战名著翻译丛书

Introduction to Electronic Warfare Modeling
and Simulation

电子战建模与仿真导论

[美] David L. Adamy 著

吴汉平 等译

邵国培 王汝群 等审

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING



Copyright©2003 Artech House, Inc., 685 Canton Street
Norwood, MA 02062. All rights reserved. No part of this book
may be reproduced or utilized in any form or by any means,
electronic or mechanical, including photocopying, recording, or
by any information storage and retrieval system, without permis-
sion in writing from the publisher.

本书英文版由Artech House公司出版, Artech House公司已将中文版独家版权
授予中国电子工业出版社及北京美迪亚电子信息有限公司。未经许可, 不得以
任何形式和手段复制或抄袭本书内容。

版权贸易合同登记号 图字: 01-2004-0917

图书在版编目(CIP)数据

电子战建模与仿真导论/(美)阿德米(Adamy, D. L.)著; 吴汉平等译
北京: 电子工业出版社, 2004.4

《信息战名著翻译丛书》

书名原文: Introduction to Electronic Warfare Modeling and Simulation
ISBN 7-5053-9761-3

I. 电… II. ①阿… ②吴… III. 电子战—仿真—数学模型 IV. E869

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第019533号

责任编辑: 吴 源

印 刷: 北京天竺颖华印刷厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编: 100036

北京市海淀区翠微东里甲2号 邮编: 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 850×1168 1/32 印张: 9.875 字数: 190 千字

印 次: 2004年4月第1次印刷

定 价: 30.00元

凡购买电子工业出版社的图书, 如有缺损问题, 请向购买书店调换, 若书
店售缺, 请与本社发行部联系。联系电话: 010-68279077。质量投诉请发邮件
至zltts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至dbqq@phei.com.cn。

信息战名著翻译丛书

总 策 划：戴清民

主 编：吴汉平

出版策划：卢 强 吴 源

电子战建模与仿真导论

主 审 邵国培

副主审 王汝群 石昭祥 孙乐昌

主 译 吴汉平

翻 译 何 俊 石昭祥 刘雅奇 张建华
姜 晖 张升君 吴汉平

丛 书 总 序

相伴两次世界大战和上百次局部战争的腥风血雨，电子战自登上战争舞台至今，已走过一个世纪的历程。20世纪初，电磁波的发明及无线电通信的使用，战争中出现了无线电通信对抗；飞机的使用和雷达的发明，雷达对抗应运而生；越南战争将电磁频谱运用扩展到光电频段，诞生了光电对抗；反辐射导弹的问世，开辟了电子战硬杀伤的新领域。战场的信息化，使电磁斗争由信息获取、传递及控制向包括信息处理、利用等整个信息流程延伸，电子战便发展成为“能在大得多的范围采取进攻行动并影响整个战争的军事科学”，成为“一个更大概念——信息战的基本组成部分”。从海湾战争、科索沃战争到最近发生的伊拉克战争，以电子战和网络战为主要形式的信息战愈演愈烈，对战争胜负发挥了极其重要的作用。

与异彩纷呈的信息战历史相伴随的，是信息战理论的生生不息，繁荣昌盛。信息战理论是信息战实践活动经验的总结，是人类智慧结晶的重要部分。它源于战争实践，又用来指导战争，反映了人们对信息战的基本认识和驾驭信息战的一般能力，而信息战著作则是信息战军事思想和理论的主要载体。中外为数众多的信息战著作构筑了人类一座新的智慧宝库。

江泽民主席深刻指出：“任何一支军队，如果关起门来搞建设，拒绝学习国外先进的东西，是不可能实现现代化的。我军进行现代化建设，必须面向世界，跟上世界军事变革和发展的潮流，积极借鉴各国军队特别是发达国家军队现代化建设的有益经验，有选择地引进先进的技术装备和管理方法。”打开学习的窗户，迎进可

借鉴的经验，是我们加快信息战力量建设步伐，实现跨越发展的重要途径。我们高兴地看到，许多从事军事科研和教学工作的专家、学者，对引进外军先进的信息战理论给予了特别的关注，他们用自己辛勤的劳动推出了一本本外军信息战理论专著，为期盼进入信息战理论殿堂探胜寻宝的人们提供了一条路径。电子工业出版社从2003年2月起陆续出版的《信息战名著翻译丛书》就是这方面的一个突出成果。这套丛书汇集了外军信息战理论的经典著作，内容涵盖了通信对抗、雷达对抗、光电对抗、卫星对抗和网络对抗等专业领域。参与《信息战名著翻译丛书》翻译的同志多是我在担任解放军电子工程学院院长期间朝夕相处的战友，由于工作的关系，我与他们在学术上常有交流与切磋。我相信，这套丛书的陆续出版，对于大家了解外军信息战的作战思想和技术发展，对于我军的院校教学、装备科研及部队训练，都将会有所裨益。

当人类迈着铿锵的步伐走进21世纪，蓦然回首，工业革命已成为历史，迎面吹来的是信息革命的强劲飓风。用信息技术改造军队，靠信息优势赢得战争，成为当今军队发展的趋势。纵观世界近期几场局部战争，无不打上了信息革命的烙印。当我们面对信息领域的对弈而思索时，深切感受到对理论的需求。“善战者，先胜而后求战”。新的军事变革，新的战争形态，新的作战形式，新的军事实践，呼唤着新的军事理论。我们应当积极吸收外军的有益经验，开阔视野，兼收并蓄，为丰富和发展我军信息战理论，壮大我军信息战力量的建设服务。我期待着有更多的同类成果面世。

戴清民

2003年5月1日

前 言

建模（Modeling）和模拟（Simulation），如要做得很好，需要深邃的洞察力和孜孜以求的精神。两者都是从分析实际发生的事件开始，继而用数学的方法建立起实际事件的模型；如有必要，还要从某种观点出发来着手对现实的重建。

在电子战的建模和模拟中，这个现实就是一系列威胁阵列，即发射威胁信号并由电子战系统接收。建立模型是为了付诸行动，如果经过权衡，那么这种模型既可用于断定将会发生的事件，亦可用于对过去的威胁环境进行重建，而重建威胁环境是根据众多可能的观点之一来实施的。

为了搞好电子战建模和仿真工作，必须从非常规的角度来观察作战态势，如在模拟一组信号使接收机误以为正在发生一场大战之前，你必须能设想出一场大战的实际情景到底是什么样子。此时此刻，你就是信号接收者，正在观察面板连接器上显示的信号。

本书旨在帮助读者提高掌握作战态势的能力，采用的观点是天线、接收机或者操作人员的观点，或许从一架正遭炮击俯冲飞行的飞机的观点出发。

虽然有关某些特别的模型、模拟器以及模拟方法的信息有许多，但是提供此类信息已逾越本书的范畴，也不是本书的目的所在。读者可向产品制造商垂询。《电子防御期刊》

(Journal of Electronic Defense) (网址 www.jedonline.com) 中的“定期瞭望”栏目刊登最新的电子战模拟器清单，同时介绍其性能及制造厂家。最好的办法就是打电话到这些公司，寻求应用工程和市场营销部门或者顾客的支持。根据要求，公司一般会寄出文献资料，包括其产品的公开信息。他们还会把你引见给当今建模和仿真领域的政府决策官员。

电子战是一个十分广袤的领域，从事的是从直流到可见光的电磁频谱的战斗。这就意味着电子战建模与仿真领域也是一样的浩瀚广袤。

作者简介

应当有一条法规反对作者在书中以第三人称撰写作者简介。鉴于极少有人会在至少匆匆浏览本书之前阅读这篇文章，因此，此时此刻，读者总该明白我对你们的聪明才智是多么的敬重，所以不想以第三人称的方式来蒙你们。你们十分清楚，在这样一个神圣之处，还没有对别人无所不晓的人写过关于我的赞美之词。鄙人，你们的同行，大卫是也。

关于我，你们需要了解的是：我涉足电子战和电子战模拟已经多年。离开军队后，我接着在电子战和侦察应用领域里，用24年时间从事接收系统的设计，从潜艇到空间，频率方面从直流到可见光，同时还管理着其他（大部分脑瓜儿比我更灵光的）人，他们和我一样做着同样的工作。在这期间有好几年时间，在位于Antekna的一家从事电子战仿真业务最早的公司，我还领导过一个系统工程小组。这些年来，在许多其他地方的一些公司，利用我的模拟技术我还参与了一些模拟项目与测试项目，并且一直担任电子战与侦察建模工程这个广阔领域里的首席调查员。

我从亚利桑那州立大学获得了BSEE（电子工程学士）学位，从圣克拉拉大学获得了MSEE（电子工程硕士）学

位。在这两所大学我主修的都是通信理论，并且在大量的技术杂志和期刊上就通信、电子战以及与电子战有关的内容发表了约100篇文章。在各种各样的手册里，我还撰写过大量辅导性章节。不过，迄今我还从未出版过一本完整的标志性书籍（只有一次除外，在一本连环画中），所有这些文章和辅导材料都面向实际应用，解释了通信、电子战以及模拟的现象，正如本书所采用的方式一样。

如今，我拥有一家小公司，为政府和国防总承包人从事研究工作，我靠这个养活自己。此外，我还在世界各地就通信理论、电子战以及与模拟有关的主题举办各种短期培训班。

鸣 谢

本书是献给那些致力于电子战建模与仿真的科学与艺术的专家们。虽然他们所从事的领域并非荣誉四射，但是他们仍能在幕后默默耕耘。他们的专业知识和奉献精神促进了电子战装备的发展，使之可以在需要其担当起毁伤任务时，可以胜任其必须做的工作，也可以有效地担当起对人员进行的培训任务。

下列几位同事是我要特别感谢的人，是他们耗费了时光审看了本书的初稿。他们代表的是两个世纪以来电子战相关专业经验的总和。他们中的每个人都为电子战领域和追随该领域的人们奉献了自己的专业知识和深刻的见解。他们是：

Mr. Dave Barton

Mr. Bob Dalton

Mr. Joe DiGiovanni

Prof. Fred Levien

Mr. Paul McGilick

Col. Linda Palmer

Mr. Bill Shellenberger

Dr. Ed Wischmeyer

目 录

第1章 绪论	1
1.1 模拟	1
1.1.1 电子战模拟	2
1.1.2 建模	3
1.2 电子战模拟方法	4
1.2.1 建模	5
1.2.2 模拟	5
1.2.3 仿真	6
1.3 模拟用于训练	7
1.4 模拟用于测试与评估	8
1.5 电子视点	9
1.6 电子战模拟的逼真度	10
1.7 战术态势图	11
1.8 模拟与生命周期	14
第2章 电子战综述	15
2.1 雷达	16
2.1.1 雷达的基本功能	17

2.1.2	雷达调制	19
2.1.3	雷达反射截面积 (RCS)	23
2.1.4	雷达的性能	26
2.1.5	雷达的种类	28
2.1.6	导弹制导技术	30
2.1.7	参考书目	34
2.2	通信	35
2.2.1	战术通信	36
2.2.2	数据链路	37
2.2.3	通信频段	38
2.2.4	通信调制	42
2.3	电子支援	46
2.3.1	雷达告警接收机	47
2.3.2	舰载ESM系统	51
2.3.3	战场监视系统	53
2.4	电子进攻	56
2.4.1	干扰	57
2.4.2	通信干扰	58
2.4.3	雷达干扰	59
2.4.4	远距离干扰	61
2.4.5	自卫干扰	62
2.4.6	遮盖性干扰	63
2.4.7	欺骗性干扰	65
2.4.8	欺骗性通信干扰	68

2.4.9	定向能武器	69
2.4.10	反辐射导弹	70
2.4.11	红外对抗	71
2.4.12	金属箔条	73
2.5	诱饵	76
2.6	电子防护	78
第3章	应用于模拟中的数学知识	81
3.1	关于分贝 (dB)	81
3.1.1	分贝形式转换	83
3.1.2	分贝形式的绝对数值	85
3.1.3	分贝形式的方程	86
3.1.4	快速转换成分贝数值	88
3.2	球面三角学	91
3.2.1	球面三角形	91
3.2.2	球面三角形的三角关系	93
3.2.3	球面直角三角形	94
3.2.4	球面三角学在电子战中的应用	96
3.3	泊松定理	104
3.4	数字化	107
第4章	无线电传播	111
4.1	单向链路方程	111
4.2	传播损耗	115

4.2.1	散射损耗	115
4.2.2	大气损耗	117
4.2.3	降雨损耗	119
4.3	接收机灵敏度	121
4.4	有效范围	125
4.5	雷达距离方程	127
4.6	调制距离限制	130
4.7	雷达探测距离	132
4.8	干扰信号比	133
4.8.1	通信干扰	133
4.8.2	雷达支援干扰	135
4.8.3	自卫干扰	138
第5章	电子战装备的特性描述	141
5.1	天线	141
5.1.1	天线方向图的定义	142
5.1.2	极化	144
5.1.3	天线类型	145
5.1.4	天线增益与波瓣宽度之间的关系	153
5.1.5	天线尺寸的确定	155
5.1.6	建立天线特性模型	156
5.2	发射机	157
5.3	接收机	159
5.3.1	接收机的类型	159

5.3.2	接收机的子系统	168
5.4	处理器	169
5.4.1	信号识别	169
5.4.2	操作界面	170
5.5	辐射源定位	170
5.5.1	辐射源定位的基本方法	171
5.5.2	窄波束天线	175
5.5.3	RWR振幅比较	176
5.5.4	沃森-瓦特	177
5.5.5	多普勒	178
5.5.6	干涉仪	179
5.5.7	到达时间差	181
5.5.8	到达频率差	182
第6章	建立威胁模型	185
6.1	运行方式	186
6.1.1	陆基武器	186
6.1.2	扫描跟踪式威胁	189
6.1.3	反舰导弹	189
6.1.4	空空威胁	190
6.2	调制	192
6.2.1	脉冲信号	192
6.2.2	连续信号	194
6.3	天线的特征	196

6.3.1	通信威胁天线	196
6.3.2	雷达天线	197
6.3.3	圆周扫描	200
6.3.4	扇形扫描	201
6.3.5	螺旋扫描	202
6.3.6	光栅扫描	203
6.3.7	圆锥扫描	203
6.3.8	盘旋扫描	205
6.3.9	Palmer扫描	206
6.3.10	Palmer光栅扫描	207
6.3.11	波瓣转换	208
6.3.12	仅对接收的波瓣	209
6.3.13	相控阵	210
6.3.14	电子仰角扫描及机械方位扫描	211
6.4	离开发射点的信号	211
6.5	到达接收点的信号	212

第7章 建立作战模型 217

7.1	作战区域	217
7.2	参战者	220
7.3	参战者的位置和机动情况	223
7.4	视点	225
7.5	作战模拟逼真度	227
7.6	参战者之间相互电磁作用	229